

云南金沙江流域水土流失直接经济损失 测算方法与区域特征分析

李云辉¹, 贺一梅², 杨子生²

(1. 昆明市农业局农经站, 云南 昆明 650034; 2. 云南大学, 云南 昆明 (650091))

摘 要:应用环境经济评价理论与方法, 定量地测算了云南金沙江流域水土流失(包括坡面侵蚀和重力侵蚀 2 个方面)的直接经济损失, 包括养分流失损失、水分流失损失和泥沙流失损失 3 项内容, 并分析了水土流失直接经济损失的区域特征, 为该流域水土流失防治提供了基础依据。

关键词:水土流失; 直接经济损失; 市场价值法; 影子工程法; 云南金沙江流域

中图分类号:S157.1, X196 **文献标识码:**A

1 水土流失直接经济损失的测算方法

水土流失的经济损失一般包括直接经济损失(Direct Economic Loss)和间接经济损失(Indirect Economic Loss)2 个部分。前者包括养分流失损失、水分流失损失和泥沙流失损失 3 项内容; 后者则颇为复杂, 如水土流失引起土壤肥力和作物产量降低的损失, 泥沙淤积水库引起水库蓄水和灌溉能力下降的损失, 泥沙冲淹农田引起弃耕的损失等^[1, 2]。由于资料和条件所限, 本文只进行直接经济损失测算和分析。

在水土流失经济损失测算中, 通常只能测算坡面土壤侵蚀(简称面蚀)的经济损失。鉴于本项课题组不仅完成了云南金沙江流域各县(市、区)坡面土壤侵蚀量测算和研究^[3], 而且通过系统调查完成了重力侵蚀(崩塌、滑坡、泥石流)的土壤侵蚀量测算与分析^[4], 使本文能够同时测算坡面侵蚀和重力侵蚀 2 个方面的直接经济损失, 故本文水土流失直接经济损失的测算包括了坡面侵蚀和重力侵蚀 2 个方面, 较之以往这方面的研究^[1, 2]大大推进和深入了一步。

1.1 养分流失损失的计算方法

土壤养分种类较多, 这里主要考虑氮、磷、钾 3 种元素。其计算方法选用“市场价值法”(Market

Value Technique), 这是一种基本的效益费用分析法, 在国外已被用于环境质量变化效益评价中^[5]。就本文的养分流失损失而言, 将一地某种养分的流失数量(t/a)乘以相应的市场价格(元/ t), 即可得出该地该种养分的经济损失(元/ a)。应指出, 由于确定合理的价格往往较为困难, 因此这里统一以 1990 年不变价来计算, 各种肥料单价均由云南省农资公司提供。

1.1.1 氮素流失损失

即一地的土壤氮素流失量折算成氮肥数量(t)与氮肥市场价格(元/ t)的乘积。其计算式为

$$E_n = L_n \times C_n \times P_n \quad (1)$$

$$L_n = 10^{-6} \times A \times N \quad (2)$$

式中 E_n 代表氮素流失损失(元/ a); L_n 代表氮素流失量(t); A 代表土壤流失量(t/a) (见文献^[3]和^[4]测算结果); N 代表土壤碱解氮平均含量(PPM), 系由典型分析测算得出(见表 1); C_n 为碱解氮折算成硫酸铵的系数, 其值为 4.762; P_n 为硫酸铵价格(元/ t), 按 1990 年不变价计约为 680 元/ t 。

1.1.2 磷素流失损失

即一地的土壤磷素流失量折算成磷肥数量(t)与磷肥市场价格(元/ t)的乘积。其计算式为

$$E_p = L_p \times C_p \times P_p \quad (3)$$

$$L_p = 10^{-6} \times A \times P \quad (4)$$

式中 E_p 代表磷素流失损失(元/ a); L_p 代表磷素

收稿日期:2002-10-20。

基金项目:国家自然科学基金资助项目(40061006)《云南金沙江流域水土流失与土地利用安全格局研究》。

作者简介:李云辉(1969-), 女, 云南昆明人, 农业经济师, 主要从事农业经济管理与研究工作。

流失量(t); A 代表土壤流失量(t/a)(见文献^[3]和^[4]测算结果); P 代表土壤速效磷平均含量(PPM), 系由典型分析测算得出(见表 1); C_P 为速效

表 1 云南金沙江流域各县(市、区)土壤平均有效养分和含水量
Table 1 The average readily available nutrient and water contents of soils of every country in Jinsha River Basin of Yunnan Province

县(市区)	土壤有效养分平均含量(PPM)			土壤平均含水量(%)
	碱解	速效磷	速效钾	
中甸县	134.2	10.8	139.1	9.79
德钦县	130.3	12.4	132.0	10.96
维西县	132.5	11.8	131.4	12.79
丽江县	128.4	12.3	124.3	10.23
永胜县	127.0	11.6	126.2	10.96
华坪县	124.7	12.0	127.6	10.23
宁蒗县	130.6	12.7	125.4	10.96
鹤庆县	124.8	11.2	123.7	10.95
洱源县	128.2	11.3	125.3	9.03
宾川县	118.4	12.5	125.6	8.90
祥云县	119.5	12.4	126.0	9.08
楚雄市	120.3	10.5	121.4	10.96
南华县	119.8	9.5	120.3	10.94
牟定县	121.2	9.8	123.9	10.23
姚安县	121.5	9.3	119.2	8.93
大姚县	124.2	9.1	123.1	8.68
永仁县	120.8	10.9	122.0	8.18
元谋县	118.0	10.9	123.2	7.48
武定县	119.3	10.4	122.1	12.79
禄丰县	120.4	10.2	123.0	11.81
西山区	123.6	10.7	124.1	11.54
官渡区	122.1	10.3	123.8	11.67
呈贡县	124.2	11.5	122.6	11.32
晋宁县	123.7	10.9	121.4	11.57
安宁市	120.8	11.2	123.5	11.72
富民县	123.5	11.4	124.2	12.05
嵩明县	122.3	10.9	121.7	11.92
禄劝县	121.6	10.7	120.8	10.24
东川区	124.4	11.5	122.3	8.14
寻甸县	117.3	9.9	119.1	13.95
沾益县	119.5	9.6	122.4	13.95
马龙县	118.7	9.8	121.5	12.79
宣威市	119.4	10.1	118.2	12.79
会泽县	114.5	9.5	116.3	10.19
昭通市	129.2	12.1	127.5	10.23
鲁甸县	121.3	11.6	122.0	12.79
巧家县	125.0	10.5	121.2	9.68
盐津县	127.4	11.1	123.3	15.69
大关县	120.2	9.5	121.4	17.06
永善县	121.0	9.8	120.5	10.23
绥江县	123.4	9.6	125.3	15.35
镇雄县	124.2	10.1	121.5	14.75
彝良县	125.9	10.2	120.1	10.24
威信县	119.2	10.3	122.9	19.19
水富县	123.1	10.6	121.6	17.06

磷折算为过磷酸钙的系数,其值为 3.373; P_P 为过磷酸钙价格(元/ t),按 1990 年不变价计为 280 元/ t 。

1.1.3 钾素流失损失

即一地的土壤钾素流失量折算成钾肥数量(t)与钾肥市场价格(元/ t)的乘积。其计算式为

$$E_k = L_k \times C_k \times P_k \quad (5)$$

$$L_k = 10^{-6} \times A \times K \quad (6)$$

式中 E_k 代表钾素流失损失(元/ a); L_k 代表钾素流失量(t); A 代表土壤流失量(t/a)(见文献^[3]和^[4]测算结果); K 代表土壤速效钾平均含量(PPM),系由典型分析测算得出(见表 1); C_k 为速效钾折算为氯化钾的系数,其值为 1.667; P_k 为氯化钾价格(元/ t),按 1990 年不变价计为 700 元/ t 。

1.1.4 养分流失总损失

即氮、磷、钾 3 种主要元素流失损失之和。若用 E_N 代表之,则其计算式为

$$E_N = E_n \times E_P \times E_k \quad (7)$$

1.2 水分流失损失的计算方法

土壤水分流失的经济损失,我们选用“影子工程”法(“Shadow Engineering”Technique)来计算。影子工程法是“恢复费用法”的一种特殊形式,它是国外评价环境质量的值时所用的方法之一。当环境价值难以评价或由于发展计划而可能失去环境价值时,常常借助于能提供替代环境价值的补偿工程的费用,来确定选择方案的顺序^[5]。例如,当娱乐场所或渔业生产将被发展计划所破坏或受损时,原则上该用一定量的投资来创造相同的环境商品产量和价值。这就是所谓的“影子工程”法。这里应用此法来计算土壤水分流失的经济损失,实际上就是要计算出能替代被流失的土壤水分的补偿工程所需的费用,可用农用水库工程作为替代物,故一地的土壤水分流失的经济损失(元/ a)也就是该地所流失的土壤水量(m^3/a)与修建每 m^3 农用水库所需投资费用(元/ m^3)的乘积。其计算式为

$$E_W = L_W \times M \quad (8)$$

$$L_W = 10^3 \times L_a \times D \times B_d \times W \quad (9)$$

式中 E_W 代表水分流失损失(元/ a); L_W 代表土壤水分流失量(t 或 m^3 , 因为水的比重约为 $1.0t/m^3$); L_a 代表土壤流失面积(km^2); D 代表所流失的土壤厚度(即侵蚀深度)(mm/a); B_d 代表土壤容重(g/cm^3 或 t/m^3),取平均值为 $1.25g/cm^3$; W 为土壤平均含水量(%) (见表 1); M 为修建每 m^3 农用水库投资费

用(元/ m^3),按1990年平均水平计为0.60元/ m^3 。

1.3 泥沙流失损失的计算方法

与上述土壤水分流失损失一样,泥沙流失的经济损失亦选用“影子工程”法来计算,只是泥沙流失损失的替代物为拦截泥沙工程的投资费用,亦即一地的泥沙流失经济损失就是该地的泥沙流失量(m^3/a)与拦截每 m^3 泥沙工程所需投资费用(元/ m^3)之乘积。其计算式为

$$E_S = L_S \times G \quad (10)$$

$$L_S = A/B_d \quad (11)$$

式中 E_S 代表泥沙流失损失(元/a); L_S 代表泥沙流失量(m^3); A 同式(2); G 代表拦截 1m^3 泥沙工程所需的投资费用(元/ m^3),按1990年平均水平计为1.50元/ m^3 ; B_d 同式(9)。

1.4 水土流失直接经济损失总量的计算

水土流失直接经济损失总量即养分流失损失、水分流失损失和泥沙流失损失之和,按下式计算:

$$E_T = E_N + E_W + E_S \quad (12)$$

式中 E_T 代表水土流失直接经济损失总量(元/a); E_N 、 E_W 、 E_S 分别见式(7)、式(8)和式(10)。

应指出,按式(12)计算的结果为水土流失直接经济损失的绝对值,因各地的土地面积大小很不相同,难以进行直接对比,故还应在式(12)计算结果的基础上,换算成相对损失量(元/ $\text{km}^2 \cdot \text{a}^{-1}$),即单位面积(km^2)的年均水土流失直接经济损失(元),其计算式为

$$E_a = E_T/L_a \quad (13)$$

式中 E_a 为水土流失直接经济损失相对量(元/ $\text{km}^2 \cdot \text{a}^{-1}$), E_T 同式(12), L_a 为土地总面积(km^2)。

2 水土流失直接经济损失计算结果

按照上述方法,我们分别计算了全流域45个县(市、区)坡面侵蚀、重力侵蚀和总水土流失的土壤养分流失量及其经济损失、水分流失量及其经济损失、泥沙流失量及其经济损失、直接经济损失总量与相对损失量,见39页、40页上的2和表3,因篇幅所限,表3未列出土壤养分流失损失、水分流失损失、泥沙流失损失。计算结果表明:(1)该流域总水土流失造成土壤养分年均流失量达83 825.82 t,其中,碱解氮流失量40 258.43 t,速效磷流失量3 486.51 t,速效钾流失量40 080.88 t,相当于化肥厂每年需要多生产氮肥191 710.64 t氮肥(硫酸铵)、11 760.00 t

磷肥(过磷酸钙)、66 814.83 t钾肥(氯化钾)。在土壤养分年均流失总量中,坡面侵蚀流失养分61 516.48 t,占73.39%;重力侵蚀流失养分22 309.34 t,占26.61%。(2)年均土壤水分流失总量达38 218 079.41 t(或 m^3),相当于每年要投资修建382.2座库容为 $10 \times 10^4 \text{m}^3$ 的小(一)型水库。在年均土壤水分流失总量中,坡面侵蚀流失水分28 179 240.71 t(或 m^3),重力侵蚀流失水分10 038 838.70 t(或 m^3)。(3)年均泥沙流失总量达26 212.04 m^3 ,相当于每年要投资修建262.1项拦沙规模为 $100 \times 10^4 \text{m}^3$ 的拦沙工程。在年均泥沙流失总量中,坡面侵蚀流失泥沙19 218.24 m^3 ,重力侵蚀流失泥沙6 993.80 m^3 (注:这里的重力侵蚀流失泥沙量只计土壤颗粒部分,而不计石砾部分)。(4)按1990年不变价格计算,全流域年均水土流失直接经济损失总量达59 653.69万元。其中,年均土壤养分流失损失18 042.65万元,水分流失损失2 293.02万元,泥沙流失损失39 318.02万元。在年均水土流失直接经济损失总量中,坡面侵蚀直接经济损失43 757.52万元,重力侵蚀直接经济损失15 896.17万元。(5)全流域年均水土流失直接经济损失相对量达4 427.4元/ $\text{km}^2 \cdot \text{a}^{-1}$,其中坡面侵蚀损失3 247.6元/ $\text{km}^2 \cdot \text{a}^{-1}$,重力侵蚀损失1 179.8元/ $\text{km}^2 \cdot \text{a}^{-1}$ 。

3 水土流失直接经济损失分级

为了便于区域特征的分析,这里需要对该流域的水土流失直接经济损失进行等级划分。分级系统拟采用7级制,分别用阿拉伯数字1、2、3、4、5、6、7表示,其划分标准见表4。与此7级相应的水土流失直接经济损失程度分别为极剧烈、剧烈、极强度、强度、中强度、中度和轻度。结果表明,达到第1级(极剧烈损失)的有8个县(区),占该流域总县(市、区)数的17.78%;达到第2级(剧烈损失)的有5个县(市),占该流域总县(市、区)数的11.11%;达到第3级(极强度损失)的有个县(市),占该流域总县(市、区)数的2.22%;达到第4级(强度损失)的有3个县,占该流域总县(市、区)数的6.67%;达到第5级(中强度损失)的有5个县,占该流域总县(市、区)数的11.11%;达到第6级(中度损失)的有16个县(市、区),占该流域总县(市、区)数的35.56%;属于第7级(轻度损失)的有7个县(区),占该流域总县(市、区)数的15.55%。

表2 云南金沙江流域年均土壤养分、水分和泥沙流失量

Table 2 The annual average soil nutrient, water and sediment loss amount in Jinsha River Basin of Yunnan

县 (市、区)	土壤养分流失量 (t)			土壤水分流失量 (t 或 m ³)			泥沙流失量 (10 ⁴ m ³)		
	坡面侵蚀	重力侵蚀	合计	坡面侵蚀	重力侵蚀	合计	坡面侵蚀	重力侵蚀	合计
中甸县	1106.00	363.22	1469.22	381124.70	125165.15	506289.85	311.44	102.28	413.72
德钦县	1311.17	578.79	1889.96	523131.76	230927.20	754058.96	381.85	168.56	550.41
维西县	1685.55	435.27	2120.82	781942.23	201928.52	983870.75	489.10	126.30	615.40
丽江县	1533.91	303.72	1837.63	592143.09	117246.03	709389.12	463.06	91.69	554.75
永胜县	1665.86	601.68	2267.54	689493.60	249033.12	938526.72	503.28	181.78	685.06
华坪县	639.92	110.74	750.66	247688.76	42863.70	290552.46	193.70	33.52	227.22
宁蒗县	2109.32	683.38	2792.70	860370.96	278745.68	1139116.64	628.01	203.46	831.47
鹤庆县	679.03	128.40	807.43	286309.65	54136.80	340446.45	209.18	39.55	248.73
洱源县	934.72	125.41	1060.13	318749.97	42766.08	361516.05	282.39	37.89	320.28
宾川县	1052.02	434.36	1486.38	365024.60	150712.60	515737.20	328.11	135.47	463.58
祥云县	629.43	59.50	688.93	221606.48	20947.56	242554.04	195.25	18.46	213.71
楚雄市	1175.99	75.14	1251.13	511053.84	32649.84	543703.68	373.03	23.83	396.86
南华县	752.62	80.07	832.69	329873.82	35095.52	364969.34	241.22	25.66	266.88
牟定县	378.81	41.07	419.88	152028.03	16480.53	168508.56	118.89	12.89	131.78
姚安县	619.40	35.04	654.44	221249.68	12519.86	233769.54	198.21	11.22	209.43
大姚县	1505.41	62.76	1568.17	509628.84	21248.64	530877.48	469.70	19.58	489.28
永仁县	689.17	60.15	749.32	222209.70	19394.78	241604.48	217.32	18.97	236.29
元谋县	1004.97	163.06	1168.03	298182.72	48380.64	346563.36	318.91	51.74	370.65
武定县	972.10	131.94	1104.04	493770.74	67019.60	560790.34	308.85	41.92	350.77
禄丰县	1004.90	81.13	1086.03	467971.25	37780.19	505751.44	317.00	25.59	342.59
西山区	285.51	102.01	387.52	127505.46	45559.92	173065.38	88.39	31.58	119.97
官渡区	202.80	12.96	215.76	92379.72	5905.02	98284.74	63.33	4.05	67.38
呈贡县	98.75	4.76	103.51	43276.36	2082.88	45359.24	30.58	1.47	32.05
晋宁县	389.33	15.23	404.56	175956.56	6884.15	182840.71	121.66	4.76	126.42
安宁市	401.42	27.69	429.11	184132.92	12704.48	196837.40	125.69	8.67	134.36
富民县	443.12	71.10	514.22	206079.10	33065.20	239144.30	136.82	21.95	158.77
嵩明县	402.77	42.29	445.06	188347.92	19775.28	208123.20	126.41	13.27	139.68
禄劝县	1475.22	402.10	1877.32	596848.64	162682.88	759531.52	466.29	127.10	593.39
东川区	1322.42	2781.34	4103.76	416906.38	876840.80	1293747.18	409.74	861.76	1271.50
寻甸县	1862.47	795.72	2658.19	1054871.10	450682.65	1505553.75	604.94	258.46	863.40
沾益县	692.08	237.94	930.02	383876.10	131980.95	515857.05	220.14	75.69	295.83
马龙县	364.45	42.00	406.45	186452.62	21487.20	207939.82	116.62	13.44	130.06
宣威市	4238.62	936.45	5175.07	2188612.01	483538.74	2672150.75	1368.95	302.45	1671.40
会泽县	4457.01	3108.81	7565.82	1890010.63	1318300.68	3208311.31	1483.82	1034.98	2518.80
昭通市	2109.27	586.95	2696.22	802748.10	223382.28	1026130.38	627.76	174.69	802.45
鲁甸县	1668.11	577.86	2245.97	837003.18	289949.30	1126952.48	523.54	181.36	704.90
巧家县	2923.82	1485.63	4409.45	1102552.00	560220.32	1662772.32	911.20	462.99	1374.19
盐津县	2165.61	930.13	3095.74	1320211.20	567026.88	1887238.08	661.76	284.22	945.98
大关县	1466.45	987.42	2453.87	996321.06	670867.44	1667188.50	467.21	314.59	781.80
永善县	2654.76	874.19	3528.95	1080707.43	355871.01	1436578.44	845.13	278.30	1123.43
绥江县	686.40	321.74	1008.14	407910.90	191199.60	599110.50	212.59	99.65	312.24
镇雄县	4438.42	1136.19	5574.61	2559287.25	655150.75	3214438.00	1388.09	355.34	1743.43
彝良县	3170.14	1553.70	4723.84	1267066.88	620994.56	1888061.44	989.90	485.15	1475.05
威信县	1757.08	503.11	2260.19	1335911.85	382514.27	1718426.12	556.92	159.46	716.38
水富县	390.15	217.19	607.34	260710.92	145129.42	405840.34	122.26	68.06	190.32
合计	61516.48	22309.34	83825.82	28179240.71	10038838.70	38218079.41	19218.24	6993.80	26212.04

表 3 云南金沙江流域年均水土流失直接经济损失

Table 3 The annual average direct economic loss of soil erosion in Jinsha River Basin of Yunnan Province

县(市、区)	绝对损失(万元/a)			相对损失(元/km ² ·a ⁻¹)		
	坡面侵蚀	重力侵蚀	合 计	坡面侵蚀	重力侵蚀	合 计
中甸县	726.36	238.54	964.90	632.3	207.7	840.0
德钦县	884.66	390.52	1275.18	1216.4	536.9	1753.3
维西县	1143.42	295.29	1438.71	2559.4	661.0	3220.4
丽江市	1061.48	210.16	1271.64	1424.5	282.0	1706.5
永胜县	1154.54	416.99	1571.53	2344.0	846.6	3190.6
华坪县	441.96	76.49	518.45	2047.3	354.3	2401.6
宁蒗县	1449.90	469.75	1919.65	2411.2	781.2	3192.4
鹤庆县	477.11	90.22	567.33	2027.1	383.3	2410.4
洱源县	644.63	86.49	731.12	2248.8	301.7	2550.5
宾川县	736.27	304.00	1040.27	2897.7	1196.4	4094.1
祥云县	439.35	41.53	480.88	1802.3	170.4	1972.7
楚雄市	842.53	53.84	896.37	1904.2	121.7	2025.9
南华县	543.64	57.84	601.48	2401.7	255.5	2657.2
牟定县	268.65	29.12	297.77	1863.6	202.0	2065.6
姚安县	444.70	25.15	469.85	2626.1	148.5	2774.6
大姚县	1060.66	44.22	1104.88	2621.7	109.3	2731.0
永仁县	487.04	42.50	529.54	2262.2	197.4	2459.6
元谋县	709.99	115.20	825.19	3503.8	568.5	4072.3
武定县	700.84	95.12	795.96	2384.9	323.7	2708.6
禄丰县	718.76	58.03	776.79	2013.8	162.6	2176.4
西山区	201.58	72.03	273.61	1914.3	684.0	2598.3
官渡区	144.04	9.20	153.24	1434.6	91.6	1526.2
呈贡县	69.74	3.35	73.09	1512.7	72.7	1585.4
晋宁县	277.09	10.83	287.92	2261.2	88.4	2349.6
安宁市	285.34	19.68	305.02	2156.6	148.7	2305.3
富民县	312.60	50.16	362.76	3116.4	500.1	3616.5
嵩明县	287.56	30.20	317.76	2138.3	224.6	2362.9
禄劝县	1052.80	286.96	1339.76	2486.1	677.6	3163.7
东川区	924.58	1944.61	2869.19	4941.3	10392.6	15333.9
寻甸县	1370.09	585.35	1955.44	3812.9	1629.0	5441.9
沾益县	501.53	172.43	673.96	1790.4	615.5	2405.9
马龙县	264.18	30.45	294.63	1650.8	190.3	1841.1
宣威市	3098.70	684.61	3783.31	5119.1	1131.0	6250.1
会泽县	3295.16	2298.41	5593.57	5600.3	3906.2	9506.5
昭通市	1443.81	401.77	1845.58	6697.4	1863.7	8561.1
鲁甸县	1192.90	413.24	1606.14	8009.3	2774.6	10783.9
巧家县	2066.37	1049.95	3116.32	6466.7	3285.8	9752.5
盐津县	1540.79	661.77	2202.56	7620.3	3272.9	10893.2
大关县	1075.87	724.44	1800.31	6258.6	4214.3	10472.9
永善县	1904.77	627.22	2531.99	6856.9	2257.9	9114.8
绥江县	490.81	230.05	720.86	6576.4	3082.4	9658.8
镇雄县	3196.07	818.16	4014.23	8647.4	2213.7	10861.1
彝良县	2250.65	1103.06	3353.71	8050.2	3945.5	11995.7
威信县	1290.85	369.62	1660.47	9268.7	2654.0	11922.7
水富县	283.15	157.62	440.77	6435.7	3582.5	10018.2
合计	43757.52	15896.17	59653.69	3247.6	1179.8	4427.4

表5 云南金沙江流域水土流失直接经济损失分区简况表

Table 5 The brief analyses on the regions of direct economic loss of soil erosion in Jinsha River Basin of Yunnan Province

区域名称及代码		I 上游高山高原峡谷区	II 中游中山高原区	III 下游中山山原区	全流域
2000年概况	包括的县(市、区)	7个县:中甸、德钦、维西、丽江、宁蒗、鹤庆、洱源	24个县(市、区):永胜、华坪、宾川、祥云、楚雄、南华、牟定、姚安、大姚、永仁、元谋、武定、禄丰、西山、官渡、呈贡、晋宁、安宁、富民、嵩明、禄劝、寻甸、沾益、马龙	14个县(市、区):东川、会泽、宣威、昭通、鲁甸、巧家、盐津、大关、永善、绥江、镇雄、彝良、威信、水富	45个县(市、区)(若加上昆明市2个城区,则为47个县市区)
	土地总面积(hm ²)	4191294.5	5658635.1	3623844.6	13473774.2
	年末总人口(万人)	148.6	810.3	740.1	1699.0
	农业人口(万人)	131.7	586.6	679.2	1397.5
	人口密度(人/km ²)	35.5	143.2	204.2	126.1
	耕地面积(hm ²)	253998.8	816666.0	979232.1	2049896.9
	土地垦殖率(%)	6.06	14.43	27.02	15.21
	有林地面积(hm ²)	2198092.2	2182865.5	714782.7	5095740.4
	森林覆盖率(%)	52.44	38.58	19.42	40.85
	>25°顺坡耕地	25674.6	31574.8	152857.5	210106.9
	>25°顺坡耕地占总耕地%	10.11	3.87	15.61	10.25
	国内生产总值(万元)	422502	4043966	1529393	5995861
	人均国内生产总值(元)	2843	4991	2066	3529
	农民人均纯收入(元)	806~1954	1160~4425	690~1415	690~4425
	粮食总产量(t)	580923	2616266	2101188	5298377
	农业人均产粮(kg)	441.1	446.0	309.4	379.1
土壤侵蚀量 (10 ⁴ t/a)	坡面侵蚀	3456.28	7355.44	13211.06	24022.78
	重力侵蚀	962.17	1451.34	6328.74	8742.25
	合计	4418.45	8806.78	19539.8	32765.03
土壤养分流失量 (t/a)	坡面侵蚀	9359.70	18708.52	33448.26	61516.48
	重力侵蚀	2618.19	3690.44	16000.71	22309.34
	合计	11977.89	22398.96	49448.97	83825.82
土壤水分流失量 (t/a)	坡面侵蚀	3743772.36	7969508.56	16465959.79	28179240.71
	重力侵蚀	1050915.46	1646937.19	7340986.05	10038838.70
	合计	4794687.82	9616445.75	23806945.84	38218079.41
泥沙流失量 (10 ⁴ m ³ /a)	坡面侵蚀	2765.03	5884.34	10568.87	19218.24
	重力侵蚀	769.73	1161.07	5063.00	6993.80
	合计	3534.76	7045.41	15631.87	26212.04
水土流失直接经济损失总量(万元/a)	坡面侵蚀	6387.56	13315.48	24054.48	43757.52
	重力侵蚀	1780.97	2630.67	11484.53	15896.17
	合计	8168.53	15946.15	35539.01	59653.69
水土流失直接经济损失相对量(元/km ² ·a ⁻¹)	坡面侵蚀	1524.0	2353.1	6637.8	3247.6
	重力侵蚀	424.9	464.9	3169.2	1179.8
	合计	1948.9	2818.0	9807.0	4427.4

4 水土流失直接经济损失区域特征

4.1 水土流失直接经济损失区划

为了揭示云南金沙江流域水土流失直接经济损失的地域差异性,以便为该流域因地制宜地防治水土流失(包括坡面侵蚀和重力侵蚀)和减灾防灾提供科学依据,这里以水土流失直接经济损失程度的相

对一致性、集中连片并保持县级行政界线的完整性为基本原则,以水土流失直接经济损失相对量大小(等级)为基本指标并结合地貌特点,进行水土流失直接经济损失区划,将该流域分为3个水土流失直接经济损失分为3个区,即上游高山高原峡谷轻度水土流失经济损失区(简称上游高山高原峡谷区)、中游中山高原中度水土流失经济损失区(简称中游

表 4 云南金沙江流域水土流失直接经济损失分级表

Table 4 Rating on the direct economic loss of soil erosion in Jinsha River Basin of Yunnan Province

等级代号	相对损失(元/km ² ·a ⁻¹)	损失程度	包括的县(市、区)
1	> 10000	极剧烈损失	8个县(区):东川、鲁甸、盐津、大关、镇雄、彝良、威信、水富
2	8000 ~ 10000	剧烈损失	5个县(市):会泽、昭通、巧家、永善、绥江
3	6000 ~ 8000	极强度损失	1个县(市):宣威
4	4000 ~ 6000	强度损失	3个县:宾川、元谋、寻甸
5	3000 ~ 4000	中强度损失	5个县:维西、永胜、宁蒗、富民、禄劝
6	2000 ~ 3000	中度损失	16个县(市、区):华坪、鹤庆、洱源、楚雄、南华、牟定、姚安、大姚、永仁、武定、禄丰、西山、晋宁、安宁、嵩明、沾益
7	< 2000	轻度损失	7个县(区):中甸、德钦、丽江、祥云、官渡、呈贡、马龙

中山高原区)和下游中高山山原剧烈水土流失经济损失区(简称下游中山山原区,分别用罗马字母 I、II、III 表示。各区包括的范围见表 5。

应指出,限于篇幅,这一区划只是粗线条的区划,各“区”内水土流失直接经济损失程度还有一定的差异,留待水土流失灾害区划^[6]、滑坡泥石流流灾害区划^[7]等研究中再进行较细的区划研究。

4.2 水土流失直接经济损失区划

为了节省篇幅和便于对比、分析各区的特征,我们将各区的 2000 年基本概况、水土流失主要形成因子、水土流失量和水土流失直接经济损失列于表 5 中。

参考文献:

- [1] 杨子生,谢应齐. 云南省水土流失直接经济损失的计算方法与区域特征. 云南大学学报(自然科学版), 1994, 16(增刊 1): 99 ~ 106.
- [2] 杨子生. 滇东北山区坡耕地水土流失直接经济损失评估. 山地学报, 1999, 17(增刊): 32 ~ 35.
- [3] 杨子生. 云南金沙江流域水土流失基本特征分析. 山地学报, 2002, 20(增刊).
- [4] 杨子生. 云南金沙江流域重力侵蚀量分析[J]. 水土保持学报, 2002, 16(6): 4 ~ 8.
- [5] Hufschmidt M M; Dixon J, James D, et al. Environment, natural systems, and development: An economic valuation guide. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1986. 88 ~ 168.
- [6] 杨子生. 云南金沙江流域水土流失灾害区划研究. 山地学报, 2002, 20(增刊).
- [7] 杨子生. 云南金沙江流域滑坡泥石流灾害区划研究. 山地学报, 2002, 20(增刊).

The Calculational Methods and Analysis on the Regional Characteristics of Direct Economic Loss of Soil Erosion in Jinsha River Basin of Yunnan Province

LI Yun-hui¹, HE Yi-mei², and YANG Zi-sheng²

(1. Kunming City Agricultural Bureau, Kunming 650034; 2. Yunnan University, Kunming 650091, China)

Abstract: Using the new theory and technique of the economic valuation of environment (including market valuation technique, shadow engineering technique, etc.), the authors in this paper calculated quantitatively the direct economic loss of Soil erosion (including slopeland surface erosion and gravitational erosion) in Jinsha River Basin of Yunnan Province, which includes three parts, i. e. Readily available nutrient loss, water loss and sediment loss. In addition, the paper analysed the regional characteristics of direct economic loss of soil erosion in the Basin. The study may provide scientific bases for mapping out the planning of preventing and controlling soil erosion and the measures of disaster reduction in the light of local conditions.

Key words: soil erosion, direct economic loss, market value technique, shadow engineering technique, Jinsha River Basin of Yunnan Province